

⑤

Int. Cl. 2:

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

H 03 B 21/00 99 22 12

H 04 N 9/32

H 03 K 5

DT 25 23 131 A 1

B 1

⑯

## Offenlegungsschrift

25 23 131

⑯

Aktenzeichen:

P 25 23 131.6

⑯

Anmeldetag:

24. 5. 75

⑯

Offenlegungstag:

2. 12. 76

⑯

Unionspriorität:

⑯ ⑯ ⑯

—

⑯

Bezeichnung:

Schaltung zur Multiplikation der Frequenz einer Spannung,  
insbesondere für einen PAL-Coder in einem Farbfernsehgerät

⑯

Anmelder:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt

⑯

Erfinder:

Tütüncüoglu, Ergür, Dr.-Ing., 3000 Hannover

I A 151 27 67 1

L i c e n t i a  
Patent-Verwaltungs-GmbH  
6 Frankfurt / Main 70, Theodor-Stern-Kai 1

Hannover, den 23.4.1975  
PT-Wp/rs H 75/23

Schaltung zur Multiplikation der Frequenz einer Spannung, insbesondere für einen PAL-Coder in einem Farbfernsehgerät

In der Technik tritt oft die Aufgabe auf, die Frequenz einer Spannung mit einem bestimmten Faktor zu multiplizieren. Dieser Faktor kann zur Frequenzerhöhung größer als eins und zur Frequenzherabsetzung kleiner als eins sein. Diese Aufgabe besteht z.B. beim Farbfernsehen. Bei allen Farbfernsehsystemen sind nämlich die Farbträgerfrequenz und die Zeilenfrequenz fest miteinander verkoppelt. Dabei ist es bekannt, die Farbträgerfrequenz in einem freischwingenden Oszillatator zu erzeugen und daraus die Zeilenfrequenz durch Frequenzteilung abzuleiten. In einer solchen Schaltung werden dann Stufen benötigt, die die Farbträgerfrequenz mehrfach um bestimmte Faktoren multiplizieren.

Eine derartige Frequenzumsetzung ist z.B. in Schaltungen mit Phasenregelschleifen möglich. Solche Schaltungen sind aber in der Phase relativ unstabil. Insbesondere bei der beschriebenen Verkopplung zwischen Farbträgerfrequenz und Zeilenfrequenz kommt es aber auf eine gute Phasenstabilität an.

Zur Frequenzteilung ist es auch bekannt, die in der Frequenz zu teilende Spannung einem Zähler zuzuführen, der jeweils eine bestimmte Zahl von Perioden zählt und dann einen Impuls abgibt. Mit einem solchen Zähler läßt sich aber die Frequenz nur um ein ganzzahliges Vielfaches herabsetzen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine einfache Schaltung zu schaffen, mit der die Frequenz einer Spannung bei guter Phasenstabilität allgemein mit einem Faktor  $n/m$  multipliziert werden kann, wobei der Faktor  $n/m$  auch eine gebrochene, also nicht ganze Zahl sein kann, z.B. 1,01.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 beschriebene Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Schaltung gestattet also eine Frequenzvervielfachung um einen beliebigen Faktor  $n/m$ , wobei  $n$  und  $m$  beliebig ganze Zahlen sind. Der Faktor  $n/m$  kann auch in der Nähe von eins liegen, so daß sehr geringe Frequenzänderungen erreichbar sind. Da die Schaltung ohne Phasenregelschleifen arbeitet, wird eine gute Phasenstabilität zwischen der in der Frequenz zu multiplizierenden Spannung und der in der Frequenz multiplizierten Spannung erreicht. Die erfindungsgemäße Lösung beruht im wesentlichen auf dem Prinzip, daß durch eine besondere Schaltung ein Frequenzspektrum erzeugt wird, das u.a. die gewünschte, mit dem Faktor  $n/m$  multiplizierte Frequenz enthält, die dann mit einem Filter selektiv ausgewertet werden kann.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung an mehreren Ausführungsbeispielen erläutert. Darin zeigen  
Figur 1 ein Prinzipschaltbild der Erfindung,  
Figur 2 das zugehörige Frequenzspektrum,  
Figur 3 eine Ausführungsform des Modulators,  
Figur 4 ein Schaltungsbeispiel für den Modulator gemäß Figur 3,

Figur 5,6 die erzeugten Frequenzspektren für verschiedene Werte von  $m$ ,  
 Figur 7 ein Ausführungsbeispiel einer Weiterbildung der Erfindung,  
 Figur 8 Kurven zur Erläuterung der Wirkungsweise der Figur 7 und  
 Figur 9 ein Ausführungsbeispiel der Schaltung nach Figur 7.

In Figur 1 wird eine sinusförmige Spannung  $U_1$  mit der Frequenz  $f_1$  von einer Klemme 1 einem Impulsformer 2 zugeführt, der eine Rechteckspannung 3 mit der Frequenz  $f_1$  und einem Tastverhältnis 1:1 erzeugt. Die Spannung 3 wird dem Eingang 6 eines Modulators 4 zugeführt. Die Spannung 3 gelangt außerdem an einen Frequenzteiler 5, der die Frequenz der Spannung 3 um die ganze Zahl  $m$  teilt. Die dadurch gewonnene Ausgangsspannung  $f_2 = f_1/m$  ist ebenfalls rechteckförmig mit einem Tastverhältnis 1:1 und gelangt an einen Modulationseingang 7 des Modulators 4.

Figur 2 zeigt das durch die Modulation am Ausgang 8 des Modulators 4 entstehende Frequenzspektrum. Die Spektrallinien haben einen Abstand von  $f_2 = f_1/m$ , wobei wegen der symmetrischen Spannung am Modulationseingang 7 die Frequenz  $f_1$  und alle geradzahligen Harmonischen entfallen. Dagegen entstehen Spektrallinien jeweils bei den ungeradzahligen Harmonischen, also bei ungeradzahligen Vielfachen von  $f_1/m$  im Abstand von der Frequenz  $f_1$ . Mit einem Filter 9 wird nun gemäß Figur 1 die gewünschte Spektrallinie ausgewertet. Wenn z.B. die Spektrallinie 10, also das untere Seitenband USB, mit dem Filter 9 ausgewertet wird, so wird dadurch die Frequenz  $f_1 - f_1/m = f_1 \cdot (1 - 1/m) = f_1 \cdot \frac{m-1}{m}$  gewonnen. Bezeichnet man  $m - 1$  als  $n$ , so entsteht eine Frequenz  $f_1 \cdot n/m$ . Wenn z.B.  $m = 101$  gewählt wird, so wird die Frequenz  $f_1$  mit dem Faktor  $100/101$  multipliziert. Bei Auswertung des oberen Seitenbandes OSB würde in diesem Fall eine Multiplikation mit dem Faktor

$n/m = 102/101$  auftreten. Durch Auswahl anderer Spektrallinien, z.B. der Linien  $m - 3$  oder  $m + 3$  lassen sich entsprechend andere Werte für den Faktor  $n/m$  erreichen. Der Wert  $m$  wird also durch den Teiler 5 und der Wert  $n$  durch die Abstimmung des Filters 9 festgelegt. An einer Ausgangsklemme 11 des Filters 9 steht somit eine Spannung mit der Frequenz  $f_1 \cdot n/m$  zur Verfügung.

Durch die Modulation mit der symmetrischen Spannung entfallen die geradzahligen Harmonischen. Das hat den Vorteil, daß die selektive Auswahl der gewünschten Frequenz mit dem Filter 9 erleichtert wird, also das Filter 9 nicht extrem schmalbandig zu sein braucht und nur eine geringe oder mittlere Güte aufweisen muß. Die Durchlaßkennlinie des Filters ist in Figur 2 symbolisch durch die Linie 12 angedeutet. In der Praxis werden die geradzahligen Harmonischen nicht vollständig verschwinden. Doch ist bei diesen Frequenzen die Spektrallinie so klein und die Dämpfung des Filters 9 bereits so groß, daß sie in der Praxis bereits ausreichend stark gegenüber der gewünschten Frequenz gedämpft sind.

Figur 3 zeigt eine Ausbildung des Modulators 4 gemäß Figur 1. Mit einem  $180^\circ$  Phasendreher wird die Spannung 3 mit entgegengesetzter Polarität einem Umschalter 14 zugeführt, der von dem Steuereingang 7 durch die vom Teiler 5 kommende Spannung periodisch umgeschaltet wird. Der Modulator 4 bewirkt also eine periodische  $180^\circ$  Phasenumschaltung der zugeführten Spannung 3. Dadurch wird das Frequenzspektrum gemäß Figur 2 erreicht.

Figur 4 zeigt eine praktische Ausführung der Schaltung nach Figur 1 mit einem Modulator gemäß Figur 3. Die an der Klemme 1 stehende Spannung mit der Frequenz  $f_1$  wird in zwei Kompartimenten 15, 16 in zwei gegenphasige Rechteckspannungen mit dem Tastverhältnis 1:1 umgewandelt. Drei NAND-Stufen 17, 18,

19 wirken insgesamt als Umschalter 14 gemäß Figur 3. Die Spannung 3 für den Teiler 5 wird von dem Ausgang des Komparators 16 abgenommen. Der Teiler besteht aus dem eigentlichen Frequenzteiler 5 und einem Flip-Flop 23, das an zwei gegenphasigen Ausgängen Q und  $\bar{Q}$  Schaltspannungen für die NAND-Stufen 17, 18 liefert. Es ist also jeweils während einer Halbwelle die Stufe 17 und während der nächsten Halbwelle die Stufe 18 durchlässig, so daß abwechselnd die Spannung mit unterschiedlicher Polarität zu der als Addierstufe wirkenden NAND-Stufe 19 gelangt. Das Flip-Flop hat im wesentlichen den Zweck, eine Rechteckspannung mit einem Tastverhältnis von 1:1 zu erzeugen, wie es für die beschriebene symmetrische Modulation notwendig ist. Der Modulator 4 gemäß Figur 1, 3 wird also in Figur 4 durch die Stufen 17, 18, 19 gebildet.

Figur 5 zeigt noch einmal den Teiler 5 für eine gerade Zahl  $m$ . Bei bekannten Teilern mit einer geraden Zahl  $m$  läßt sich eine Rechteckspannung mit dem Tastverhältnis 1:1 erzeugen, so daß das dargestellte Frequenzspektrum entsteht, bei dem in erwünschter Weise die Frequenz  $f_1$  und die geradzahligen Harmonischen verschwinden.

Figur 6 zeigt den Teiler 5, wobei jedoch  $m$  ungerade ist. Bekannte Teiler dieser Art erzeugen eine unsymmetrische Rechteckspannung, deren Tastverhältnis von 1:1 abweicht. Wenn in dem Modulator 4 mit dieser Spannung moduliert wird, so entstehen gemäß dem dargestellten Frequenzspektrum auch Spektrallinien bei dem geradzahligen Vielfachen der Frequenz  $f_1$ . Durch wird die Aussiebung der gewünschten Frequenz mit dem Filter 9 erschwert, weil nunmehr das Filter 9 eine höhere Selektivität und Güte haben müßte.

Figur 7 zeigt eine Schaltung, bei der auch bei einem ungeraden Wert von  $m$  eine Rechteckspannung mit dem Tastverhältnis 1:1 erzeugt werden kann. Die Schaltung enthält einen  $180^\circ$

Phasendreher 20, einen Umschalter 21, einen Zähler 22 und ein Flip-Flop 23.

Anhand der Figur 8 wird die Wirkungsweise erläutert. Es sei angenommen, daß der Zähler 22 jeweils vier Perioden der zugeführten Spannung zählt. Der Schalter 21 befindet sich in der dargestellten Stellung. Im Zeitpunkt  $t_0$  beginnt die Zählung, wobei der Zähler 22 immer auf die abfallende Flanke der Spannung 3 anspricht. Nach vier Perioden entsteht somit am Ausgang 24 des Zählers 22 ein Impuls 25, der das Flip-Flop 23 umstößt, so daß sich dessen Ausgangsspannung ändert. Dadurch wird gleichzeitig der Phasenumschalter 21 betätigt, so daß sich die Phase der Spannung 3 am Eingang des Zählers 22 um  $180^\circ$  ändert. Der Zähler 22 beginnt jetzt erneut vier Perioden, also vier abfallende Flanken der Spannung 3 zu zählen. Die vierte abfallende Flanke erzeugt somit einen erneuten Impuls 25' an der Klemme 24. Es ist ersichtlich, daß durch die Phasenumschaltung mit dem Phasenumschalter 21 die Impulse 25, 25' nicht einen Abstand von 4, sondern von 3,5 Perioden haben. Die Spannung 3 wird also durch die Schaltung nicht um den Faktor 4, sondern um den Faktor 3,5 geteilt. Da das Flip-Flop 23 die Frequenz halbiert, hat die Spannung am Ausgang des Flip-Flop 23 die Frequenz  $f_1/7$ . Außerdem ist zwangsläufig die Ausgangsspannung des Flip-Flop 23 symmetrisch, hat also ein Tastverhältnis 1:1. Mit dieser Schaltung wird also trotz des ungeradzahligen Teilerfaktors  $m = 7$  eine symmetrische Rechteckspannung mit dem Tastverhältnis 1:1 erzeugt, die gemäß den Figuren 1-4 zur Modulation der Spannung 3 verwendet werden kann. Die Schaltung gemäß Figur 7 ermöglicht außerdem eine Frequenzteilung allgemein um einen Faktor  $k + 0,5$ , wobei  $k$  eine ganze Zahl ist. Mit dieser Schaltung kann also eine Frequenz um Werte wie z.B. 3,5 oder 5,5 oder 7,5 oder auch weit höhere Werte geteilt werden.

Figur 9 zeigt eine Schaltung, die im Prinzip die Schaltungen gemäß Figur 1,3,4,7 in sich vereinigt. Der Frequenzteiler 5 wirkt als Zähler 22 gemäß Figur 7 und erzeugt jeweils nach  $(m + 1/2)$  Eingangsimpulsen ein Ausgangsimpuls, wobei  $m$  eine ungerade Zahl ist. Gemäß Figur 7,8 ist aber aufgrund der Phasenumschaltung durch das Flip-Flop 23 die wirksame Frequenzteilung  $= \frac{m+1}{2} - \frac{1}{2} = m/2$ . Das Flip-Flop 23 erzeugt wie in Figur 7 an den Ausgängen  $Q$  und  $\bar{Q}$  zwei gegenphasige Rechteckspannungen mit dem Tastverhältnis 1:1 und der Frequenz  $f_3 = f_1/m$ , da es die Frequenz der zugeführten Spannung verdoppelt. Die Stufen 17,18,19 bilden wieder den Modulator 4. Diese Schaltung erfüllt gleichzeitig zwei Aufgaben.

Einmal entsteht an der Klemme 8 das Frequenzspektrum gemäß Figur 2, aus dem mit dem Filter 9 an der Klemme 11 die Spannung mit der gewünschten Frequenz  $f_1 \cdot n/m$  gewonnen werden kann. Außerdem kann an der Klemme 24 eine Spannung abgenommen werden, die um die ungerade Zahl  $m/2$  geteilt ist. Wenn z.B.  $m = 101$  ist, so kann an der Klemme 11 eine Spannung mit der Frequenz  $f_1 \cdot 100/101$  abgenommen werden und an der Klemme 24 eine Spannung mit der Frequenz  $f_1/50,5$ . Solche Teilerfaktoren werden z.B. bei Farbfernsehgeräten zur Erzielung der Frequenzkopplung zwischen Farbträgerfrequenz und Zeilenfrequenz benötigt.

Patentansprüche

1. Schaltung zur Multiplikation der Frequenz  $f_1$  einer Spannung  $U_1$  mit den Faktor  $n/m$ , wobei  $n$  und  $m$  ganze Zahlen sind, insbesondere für einen PAL-Coder in einem Farbfernsehgerät, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung  $U_1$  an eine Eingangsklemme (6) eines Modulators (4) und über einen Frequenzteiler (5) mit dem Teilerfaktor  $m$  an den Modulationseingang (7) des Modulators (4) angelegt ist und an die Ausgangsklemme (8) des Modulators (4) ein auf die gewünschte Frequenz  $f_1 \cdot n/m$  abgestimmtes Filter (9) angeschlossen ist.
2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungen an den Eingängen des Modulators (4) Rechteckform haben.
3. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung am Modulationseingang (7) des Modulators (4) eine Rechteckspannung mit dem Tastverhältnis 1:1 ist.
4. Schaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß an den Modulationseingang (7) des Modulators (4) der Ausgang eines Flip-Flop (23) angeschlossen ist, das von dem Teiler (5) gesteuert ist (Fig. 4,9).
5. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Modulator (4) so ausgebildet ist, daß die am Modulationseingang (6) stehende Spannung die Phase der dem Modulator zugeführten Spannung  $U_1$  periodisch um  $180^\circ$  umschaltet (Fig. 3).

6. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung  $U_1$  über einen  $180^\circ$  Phasenumschalter (20,21) dem Eingang eines Zählers (22) zugeführt ist, der jeweils nach  $k$  Eingangsimpulsen einen Impuls (25) abgibt, und daß dieser Impuls (25) zur Umschaltung des Phasenumschalters (20,21) dient (Fig. 7-9).
7. Schaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Impuls (25) vom Ausgang des Zählers (22) an den Steuereingang eines Flip-Flop (23) angeschlossen ist, dessen Ausgangsspannung zur Steuerung des Phasenumschalters (20,21) ausgenutzt ist (Fig. 7-9).
8. Schaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Ausgang (24) des Zählers (22) eine Spannung mit der Frequenz  $f_1 \frac{1}{k-0,5}$  entnommen ist.
9. Schaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß an den Eingang des Zählers (22,5) ein Filter (9) angeschlossen ist, das auf die gewünschte geteilte Frequenz  $f_1 \cdot \frac{n}{m}$  abgestimmt ist.
10. Schaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung mit der Frequenz  $f_1$  an die Eingänge von zwei Komparatoren (15,16) angelegt ist, deren gegenphasige und rechteckförmige Ausgangsspannungen mit der Frequenz  $f_1$  an die ersten Eingänge von zwei NAND-Stufen (17,18) angelegt sind, deren Ausgänge mit zwei Eingängen einer dritten NAND-Stufe (19) verbunden sind, deren Ausgang wiederum mit dem Eingang des Zählers (22,5) verbunden ist, und daß zwei gegenphasige Ausgangsklemmen ( $Q$ ,  $\bar{Q}$ ) des Flip-Flop (23) an die anderen Eingänge der beiden ersten NAND-Stufen (17,18) angeschlossen sind.

10  
Leerseite

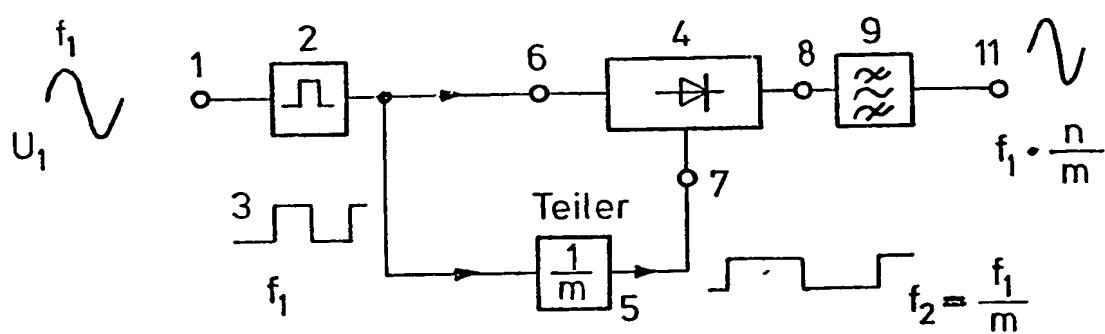


Fig. 1 X

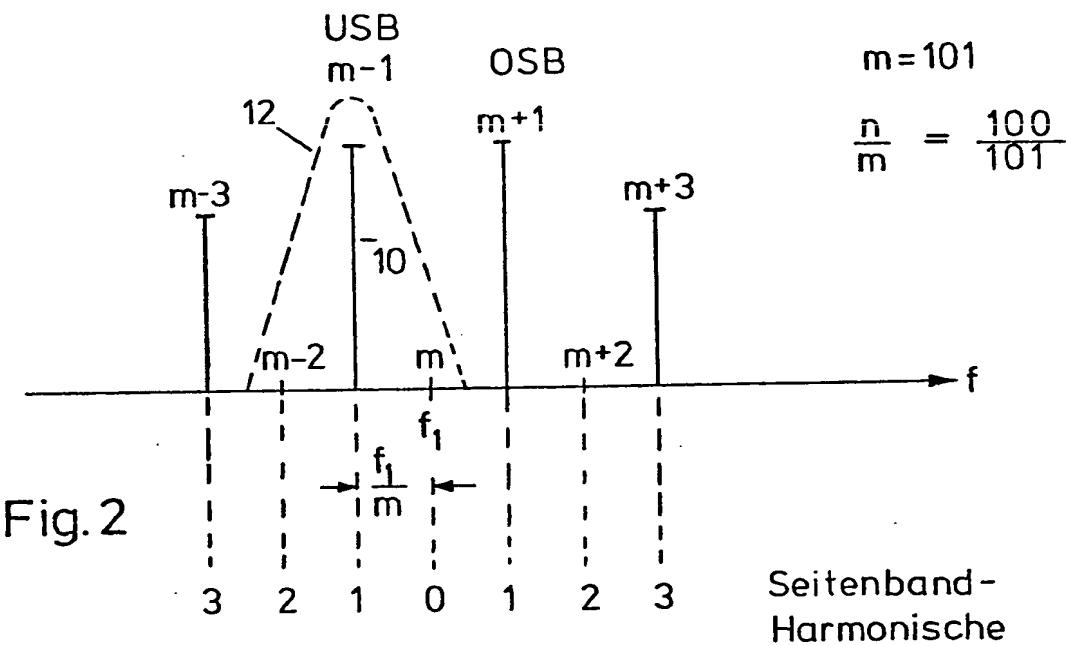


Fig. 2

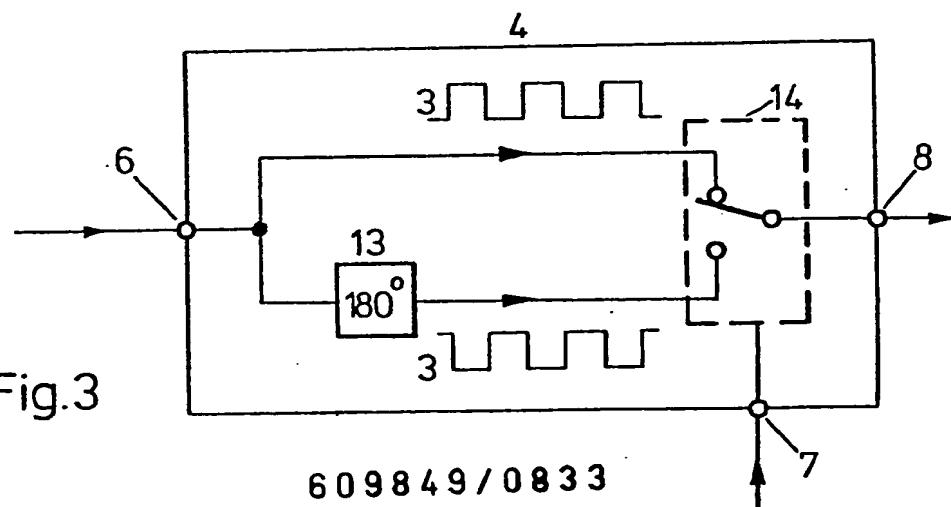


Fig.3

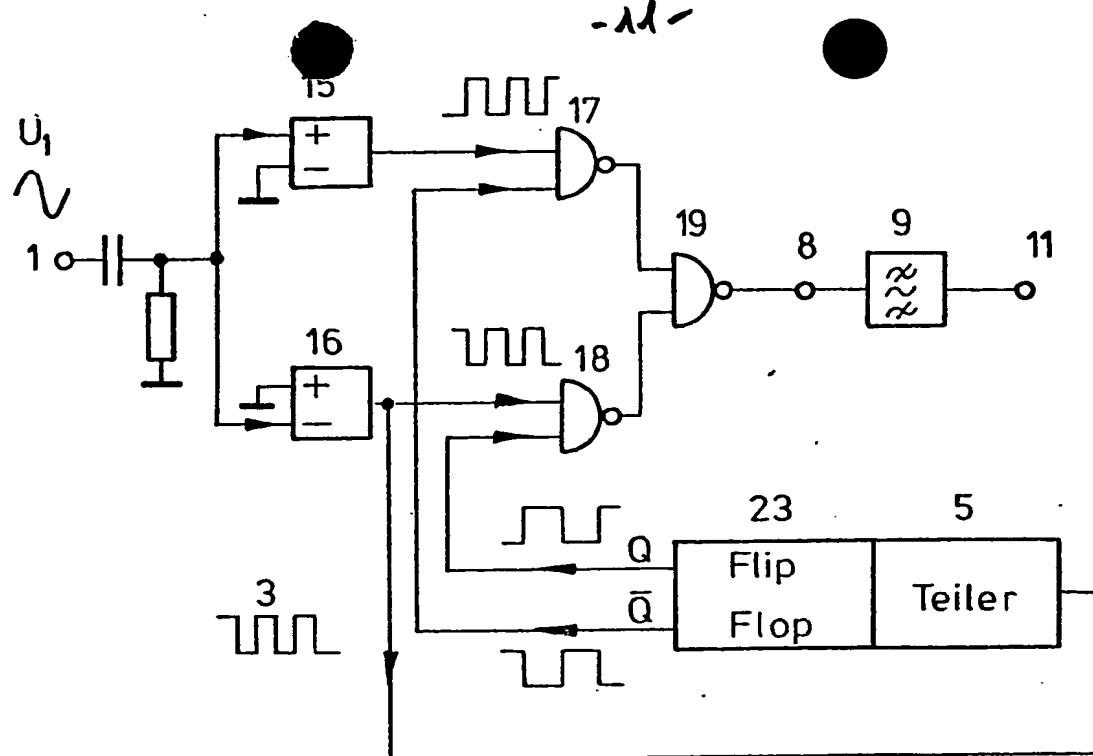


Fig. 4

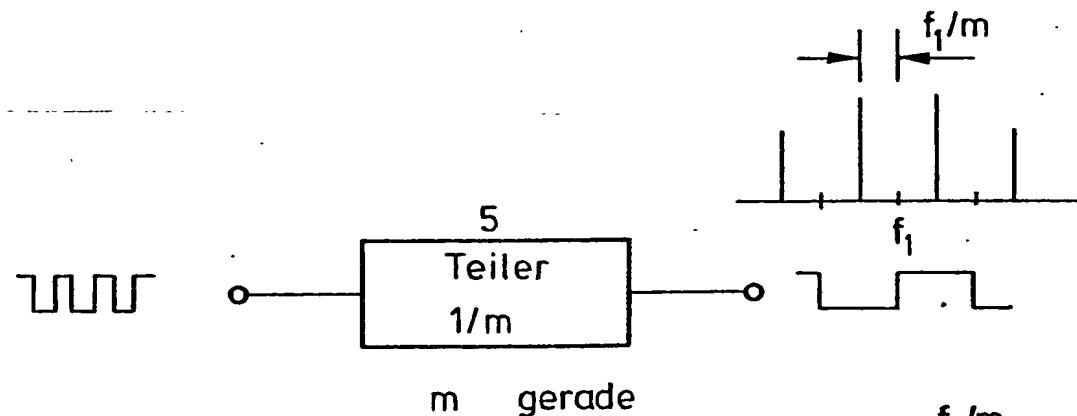


Fig. 5

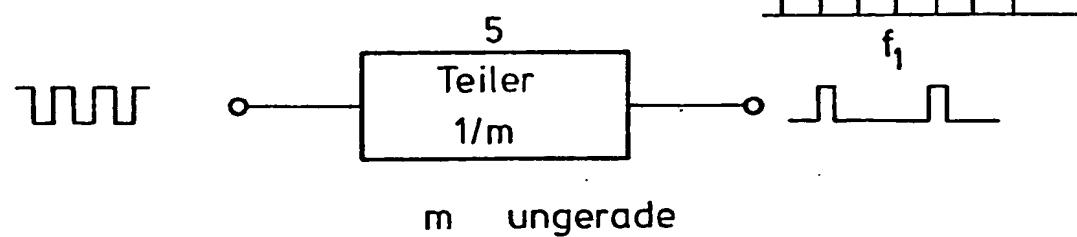


Fig. 6

609849/0833

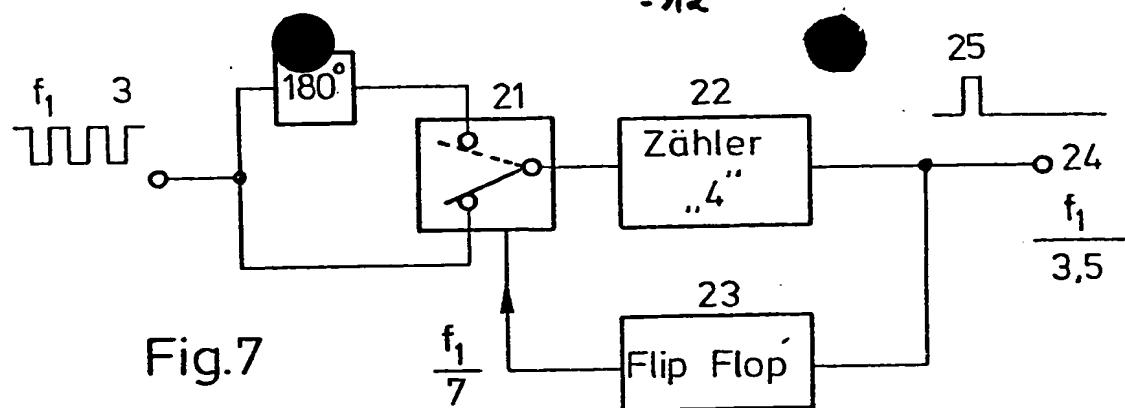


Fig.7

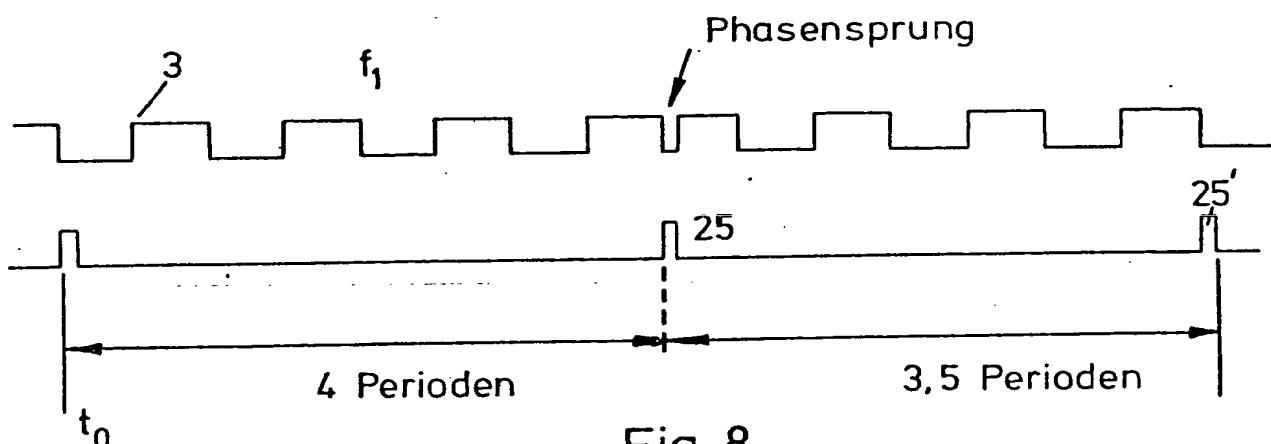


Fig. 8

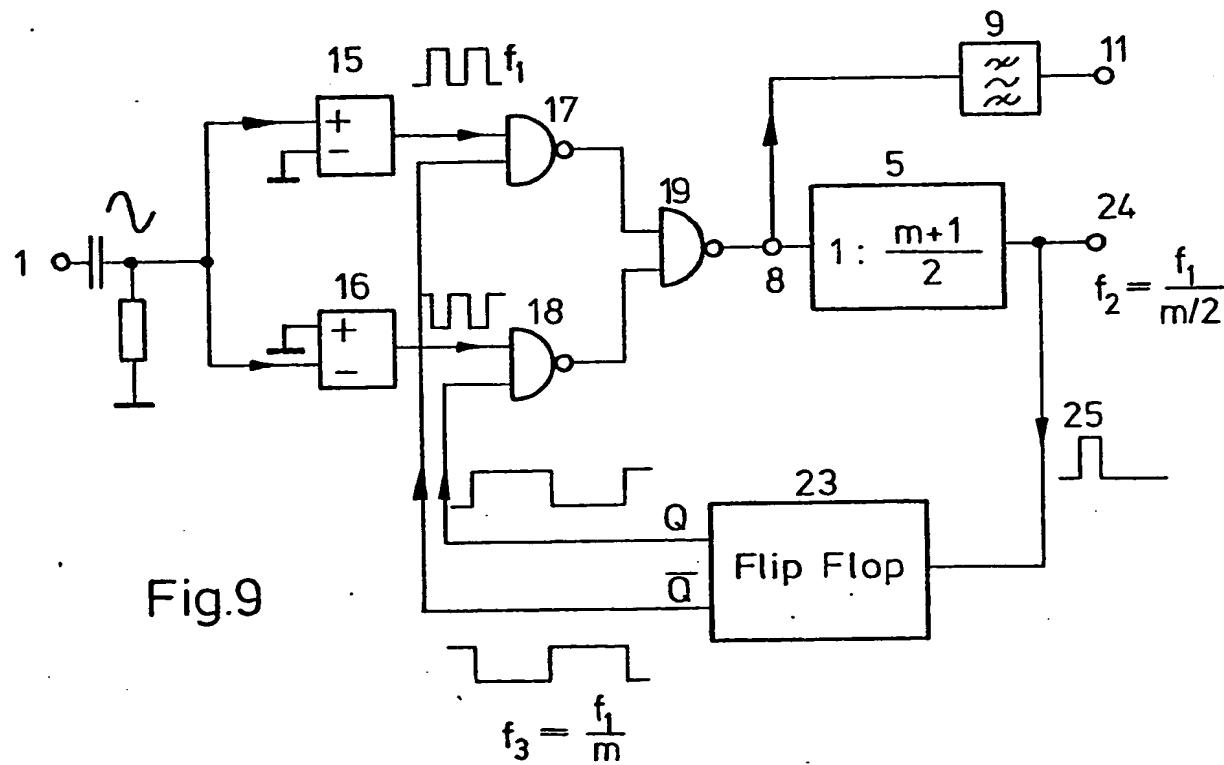


Fig.9